

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
Общей и неорганической химии

Семенов В.Н.



23.05.2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ФТД.В.02 – Химия редкоземельных и радиоактивных элементов

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

Направление 04.03.01 Химия

2. Профиль подготовки/специализация: Химия

3. Квалификация выпускника: Бакалавр

4. Форма обучения: Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра общей и  
неорганической химии

6. Составители программы:

Завражнов Александр Юрьевич,  
доктор химических наук, доцент

7. Рекомендована: НМС химического факультета № 10-03 от 27.03.2025

8. Учебный год: 2027/2028

Семестр(ы): 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины «Химия редкоземельных и радиоактивных элементов» формирование у студентов необходимых знаний по особенностям свойств d- и f- элементов III группы Периодической Системы, основам физико-химических методов их концентрирования и разделения, а также по основным сферам возможного применения этих элементов в виде простых веществ и в виде функциональных соединений.

Задачей изучения дисциплины является формирование такого уровня владения дисциплиной, при котором студенты

- понимают основные виды аналогии в ряду редкоземельных и радиоактивных элементов;
- знают базовые свойства каждого из элементов,
- умеют предвидеть основные физико-химические свойства простых веществ и характеристических соединений этих элементов; иметь представления о физико-химических основах основных методов разделения редкоземельных и радиоактивных элементов, а также представление о том, на каких принципах основаны процессы разделения веществ, их концентрирования и очистки, основанные на фазовых превращениях веществ с учетом изменения состава; знать основные сферы возможного применения РЗ и радиоактивных элементов в виде простых веществ и в виде функциональных соединений.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Часть, формируемая участниками образовательных отношений: ФТД. Факультативы

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК- 1	Способен проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности	ПК-1.1  ПК-1.2	Обеспечивает сбор научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач  Составляет аналитический обзор собранной научной, технической и патентной информации по тематике исследовательского проекта	<b>Знать:</b> где (библиотечные базы, базы Research Gate и т.д.) и как (программы, ключевые слова, DOI и т.д.) производится поиск информации. <b>Уметь:</b> отыскивать нужную информацию и литературу за короткое время. <b>Владеть:</b> навыками поиска и извлечения информации в среде Internet.
ПК- 2	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии	ПК-2.1  2.2.	Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.  Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленных задач.	<b>Знать:</b> основы планирования и ведения химического эксперимента. <b>Уметь:</b> самостоятельно разрабатывать план эксперимента с учетом его деталей. <b>Владеть:</b> расчетными методами решения сформулированных задач

ПК- 3	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии	ОПК- 3.1	Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.	<b>Знать:</b> что такое НИР и НИОКР и различные фонды, знать, как составляется заявка на грант. <b>Уметь:</b> осуществлять поиск фондов, финансирующих НИР и НИОКР в среде Интернет. <b>Владеть:</b> способность предвидеть развитие результатов работы в дальнейшей перспективе.
		3.2	Определяет возможные направления работ и перспективы практического применения полученных результатов	

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час – 72/2.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) зачет

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			5 № семестра	6 № семестра	...
Контактная работа		36	36		
в том числе:	Лекции	36	36		
	практические	-			
	лабораторные	-			
	курсовая работа	-			
Самостоятельная работа		36	36		
Промежуточная аттестация					
Итого:		72	72		

### 13.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация с раздела дисциплины помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1	<i>Введение</i>	Цели и задачи курса. Наиболее общие особенности химии переходных, редкоземельных и радиоактивных (прежде всего, f-) элементов.	
2.	<i>Особенности химии переходных элементов.</i>	Обзор химии d- и f- элементов; их сравнительная характеристика. Химия и металлохимия этих элементов.	

3.	<i>Химия РЗЭ</i>	Скандий, иттрий, лантан. Лантаноиды и актиноиды. Особенности периодичности в изменении свойств этих элементов.	
4	<i>Особенности радиоактивных элементов и спонтанной радиоактивности. Краткая</i>	Предмет радиохимии и радиометрии. Применение радиометрии в атомной промышленности и в научных исследованиях.	

	<i>характеристика свойств радиоактивных излучений.</i>	<p>Естественные радиоактивные элементы. Радиоактивные семейства урана, тория и актиноурана. Законы радиоактивного распада. Радиоактивное равновесие. Альфа-излучение. Его природа. Энергия и пробег альфа-частиц в веществе. Прохождение альфа-частиц через вещество. Ионизация и возбуждение атомов, производимые альфа-частицами.</p> <p>Бета-излучение. Природа, энергетический спектр, взаимодействие бета-частиц с веществом. Возбуждение атомов и ионизация, производимая <math>\beta</math>-частицами. Поглощение бета-излучения в веществе. Линейный и массовый коэффициенты поглощения.</p> <p>Гамма-излучение. Природа, энергия гамма-лучей. Взаимодействие гамма-квантов с веществом, фотоэлектрический эффект, комптоновское рассеяние, образование электрон-позитронных пар. «Аннигиляция» как одно из проявлений перехода материи из одного вида в другой.</p> <p>Поглощение гамма-излучения веществом. Линейный и массовый коэффициенты поглощения. Ионизационная способность гамма-излучения.</p> <p>Нейтронное излучение. Методы получения нейтронов. Энергия нейтронов. Прохождение нейтронов через вещество. Упругое рассеяние. Неупругое рассеяние. Захват нейтрона ядром, ядерная реакция, деление ядер. Поперечное сечение процесса. Поглощение нейтронного излучения при прохождении через вещество. Единицы измерения радиоактивности. Кюри. Резерфорд. Рентген. Грамм-эквивалент радия. Беккерель.</p>	
5	<i>Основы активационного анализа</i>	<p>Идея метода. Вывод уравнения, связывающего измеренную интенсивность наведенной активности с содержанием определяемого элемента в пробе. Абсолютный и относительный методы активационного анализа.</p> <p>Чувствительность метода.</p> <p>Нейтронно-активационный анализ. Анализ по периоду полураспада, анализ с применением сцинтилляционной гамма-спектрометрии.</p> <p>Подготовка образцов к анализу. Разложение образца, введение носителей. Выделение определяемых элементов с помощью соосаждения.</p>	

6	<i>Химические свойства элементов с естественной радиоактивностью</i>	Радиоактивные элементы в природе. Геохимия радиоэлементов. Руды. Радиоактивные семейства (ряды). Природные радионуклиды и радиоактивные изотопы элементов, постоянно получающиеся в природе в результате ядерных реакций. Миграция радиоактивных элементов, изотопов. Радиохимический анализ. Возможность изучения химии радиоактивного элемента по поведению любого из его изотопов, как следствие идентичности физико-химических свойств изотопов. Сохранение индивидуальных свойств элементов при предельно малых концентрациях. Особенности поведения радиоактивных элементов, связанные с малыми концентрациями (невозможность образования самостоятельных твердых фаз и протекания реакций с участием	
---	--	---	--

		<p>нескольких частиц, содержащих радиоактивный элемент, сдвиги потенциалов выделения и т.д.). Электронная структура тяжелых элементов и возможность дальнейшего расширения периодической системы. Естественные и искусственные радиоактивные элементы: технеций, прометий, полоний, астат, радон, франций, радий, актиний, торий, протактиний, уран, нептуний, плутоний и трансплутониевые элементы. История открытия, положение в периодической системе, электронная структура, основные изотопы, методы выделения из природных объектов или получения с помощью ядерных реакций, методы идентификации, физические и химические свойства.</p> <p>Степени окисления элементов и их устойчивость, важнейшие химические формы, их получение и анализ, практическое использование.</p> <p><b>Торий.</b> Руды тория. Изотопы тория. Физические свойства тория. Химические свойства тория, его соединений: металлический торий, оксиды, галогениды, сульфиды и т.д. Соли тория. Торий в растворе. Комплексные соединения тория. Сопоставление свойств элементов подгруппы титана. Выделение тория из руд.</p> <p><b>Уран.</b> Руды урана, изотопы урана. Способы разделения изотопов урана, физические свойства урана. Химические свойства урана и его соединений: металлический уран, оксиды, галогениды, фосфиды, гидриды, карбиды, нитриды, силициды. Соли урана: соли уранила, урана-ты и полиуранаты. Уран в растворе: степени окисления, комплексные соединения урана в разных степенях окисления. Перекисные соединения. Сопоставление свойств элементов подгруппы хрома. Способы выделения урана из руд. Применение урана. Полное разделение элементов продуктов распада урана и тория, схемы выделения всех элементов из урановых и ториевых руд.</p>	
--	--	---	--

7	<p><i>Научные основы технологии ядерного горючего</i></p>	<p>Переработка урановых руд и их комплексное использование. Физические и химические методы обогащения, вскрытие урановых руд. Сорбционно-экстракционные методы извлечения урана из растворов и пульп. Промышленное получение металлического урана, его сплавов, оксидов, тетрафторида и гексафторида. Основные химические реакции, используемые при разделении урана, нептуния, плутония и продуктов деления. Главнейшие окислители и восстановители, применяемые в технологии урана, нептуния и плутония.</p> <p><i>Основы ядерно-энергетического цикла.</i> Типы ядерных реакций. Нейтронные реакции. Замедление нейтронов. Особенности реакций с медленными и быстрыми нейтронами. Деление ядер тяжелых элементов. Распределение продуктов деления по массам и зарядам. Цепные реакции. Принцип действия ядерного реактора. Ядерное горючее, замедлители, теплоносители. <i>Реакторы.</i> Конструкционные особенности реакторов на быстрых и тепловых нейтронах. Вещества и материалы, применяемые в качестве замедлителей, теплоносителей, отражателей и</p>	
---	---	--	--

		<p>деталей конструкций. Тепловыделяющие элементы на основе металлов: урана, тория. Керамические твэлы, оболочки твэлов из алюминия, магния, циркония и их сплавов. Конструкция твэлов.</p> <p><i>Переработка облученного ядерного горючего.</i> Подготовительные процессы при переработке ядерного горючего, «охлаждение», механическая обработка, растворение оболочек твэлов из различных материалов и сплавов. Общие принципы построения технологических схем при переработке ядерного горючего. Осадительные процессы переработки горючего с целью получения плутония: лантансульфатный, фторидный, висмутфосфатный. Поведение осколков деления на отдельных стадиях процесса осаждения. Общие принципы построения технологических схем при переработке ядерного горючего.</p> <p><i>Экстракционно-хроматографические методы – основа технологических процессов безотходных производств.</i> Химия процессов экстракции урана и трансураниевых элементов кислородсодержащими органическими растворителями, фосфорорганическими соединениями и аминами. Экстракция хелатов. Разделение урана и трансураниевых элементов ионообменными методами. Переработка облученного ядерного горючего сухими методами. Процессы разделения, основанные на различной летучести фторидов, экстракция из расплавов жидкими металлами и солями. Окислительное шлакование. Электрорафинирование.</p>	
--	--	--	--

8	<i>Основы радиохимии</i> <i>прикладной</i>	<p>Меченые соединения. Получение и идентификация меченых соединений. Химические, физико-химические, ядерно-химические и биохимические методы синтеза. Процессы автордиолиза. Химия ультра-короткоживущих биогенных радионуклидов. Радиохимические аспекты позитронно-эмиссионной томографии. Радиоактивные индикаторы в науке и технологии. Основы метода радиоактивных индикаторов. Применение радиоактивных изотопов в аналитической, органической и физической химии. Исследование структуры и структурных изменений химических соединений. Определение давления пара труднолетучих веществ. Исследование равновесий. Изучение кинетики и катализа. Исследование процессов миграции (диффузии, электролитической проводимости, термической диффузии и т.п.). Корреляционный и изотопный эффекты. Химические аспекты использования радионуклидов в биологии и медицине.</p>	
9	Химия редких элементов	<p>Положение редких и радиоактивных элементов в периодической системе Д.И. Менделеева и их электронное строение. Редкоземельные элементы, лантаноиды и актиноиды. Явление лантаноидного сжатия. Вторичная периодичность в группе лантаноидов. Радиоактивные семейства.</p>	
		<p>Простые вещества. Основные и индивидуальные физические, физико-химические и химические свойства редких элементов. Соединения. Строение, физико-химические и химические свойства важнейших бинарных соединений редких элементов – оксидов, фторидов, хлоридов, гидридов, сульфидов, карбидов и др., солей – сульфатов, нитратов, фосфатов и др., а также комплексных соединений. Растворы соединений редких элементов. Комплексообразование в растворах. Константы устойчивости комплексных ионов. Ряды устойчивости комплексных соединений. Гидролиз и полимеризация. Окислительно-восстановительные реакции в растворах. Физико-химические методы анализа редких и радиоактивных элементов.</p>	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение	2			0	2
2	Особенности химии переходных элементов.	4			4	8
3	Химия РЗЭ	4			4	8

4	Особенности радиоактивных элементов и спонтанной радиоактивности. Краткая характеристика свойств радиоактивных излучений.	4			4	8
5	Основы активационного анализа	4			4	8
6	Химические свойства элементов с естественной радиолактивностью	4			4	8
7	Научные основы технологии ядерного горючего	4			4	8
8	Основы прикладной радиохимии	4			4	8
9	Химия редких элементов	6			8	14
	<b>Итого:</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>72</b>

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.) Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников;
- выполнение практического задания;
- текущий контроль успеваемости в форме устного опроса и защиты рефератов по основным разделам дисциплины.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников) **а) основная литература:**

№ п/п	Источник
1	Ободовский И.М. Основы радиационной и химической безопасности : [учебное пособие] / И.М. Ободовский .– Долгопрудный : Издательский дом Интеллект, 2013 .– 300 с. : ил., табл. – Библиогр.: с.282-300 .– ISBN 978-5-91559-148-5.

**б) дополнительная литература:**

№ п/п	Источник
2	Химия редкоземельных и радиоактивных элементов : в 3 т. : учебник для студ. вузов, обуч. по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия" / под ред. Ю.Д. Третьякова .– М. : Academia, 2004- .– (Высшее профессиональное образование. Естественные науки) .– ISBN 5-7695-1437-X. Т. 3: Химия переходных элементов, кн. 2 / А.А. Дроздов [и др.] .– 2007 .– 399, [1] с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 391 - 398 .– ISBN 5-7695-2533-9.
3	Бекман И.Н. Радиохимия - учебное пособие в 2-х томах Т. 1. Фундаментальная радиохимия Учебник и практикум / И. Н. Бекман. - М.: Изд. Юрайт, 2014. - 473 с.
4	Литвинова Т.Е. Металлургия иттрия и лантаноидов / Т.Е. Литвинова. Санкт-Петербургский государственный горный университет. СПб, 2012. - 272 С.
5	Бекман И.Н. Радиохимия - Курс лекций - учебное пособие / И.Н. Бекман . - М.: Изд. МГУ, 2006 г. 569 С.
6	Нефедов В.Д. Радиохимия Учеб. Пособие. - / Нефедов В.Д., Текстер Е.Н., Торопова М.А. М. Высш. Шк. - 1987. - 272 с.
7	Химия актиноидов : В 3 т. / Ред. Дж. Кац и др. Т.2 /Пер.с англ. И.А.Лебедева и др. под ред. Б.Ф.Мясоедова .– 1997 .– 662 с. : ил. – ISBN 5-03-001883-2 : 118.75.

8	Химия актиноидов : В 3 т. / Ред.: Дж. Кац и др. Т. 3 /Пер. с англ. И.А. Лебедева и др. под ред.:Б. Ф. Мясоедова, С.А.Первалова .– 1999 .– 662 с. : ил. – ISBN 5-03-001886-7 : 28.00.
---	--

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
13	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a>
14	Интернет портал для химиков <a href="http://www.chemweb.com">http://www.chemweb.com</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Федоров П.И. Ошибки при построении диаграмм состояния двойных систем / П.И.Федоров, П.П.Федоров., Д.В. Дробот М.: МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2005, 181 с.
2	Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения: В 2-х ч. / А. Вест; пер. с англ. - М.: Мир, 1988. - Ч.1. - 558 с.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

**Лекции:** вводные, поточные, обзорные, проблемные; семинарские занятия, самостоятельные и контрольные работы коллоквиумы, рубежные коллоквиумы, лабораторные работы, прием лабораторных работ, итоговое занятие.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:** стандартное оборудование лабораторий по общей и неорганической химии - лабораторные столы, вытяжные системы, теххимические и аналитические весы, печи, сушильные шкафы, компьютеры, лабораторная посуда, химические реактивы и т. п. (к. 358-1, к.358-2, к. 166). Эти средства более конкретно представлены в следующей таблице.

№ строки в УП	Шифр дисциплины	Название дисциплины	№ и название аудитории	Оборудование
15	ФТД.В.02	ФТД.В.02 – Химия редкоземельных и радиоактивных элементов	439 Лекционная аудитория им. профессора Я.А. Угая	Ноутбук, проектор, экран
			358 Учебная лаборатория им. профессора А.П. Палкина. Практикум по общей и неорганической химии	Химическая посуда и реактивы
				Аквадистиллятор ДЭ-10 (Тюмень)
				Баня водяная LB-140 – 2шт.
				Весы "Ohaus" AR -2140
				Весы аналитические HTR-224 CE Shinko
				Весы АСОМ JW-1
				Мешалка магнитная без нагрева Big squid - 2шт.
				Термостат LT 311
				Фотометр фотоэлектрический КФК-3-01-"ЗОМЗ"
				Шкаф вытяжной - 2шт.
				Шкаф вытяжной для работы с кислотами - 2шт

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

### Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
1	2	3	4
ПКВ-1 Владение современными компьютерными технологиями планировании исследований, получение и обработка результатов научных экспериментов, сбор, обработка, хранение, представления в передаче научной информации	<u>Знать</u> : Основные типы фазовых равновесий в с участием РЗЭ, лантаноидов и актиноидов	1.1. Особенности химии элементов подгруппы титана. Сравнение свойств титана (простое вещество и соединения) со свойствами циркония и гафния. 1.2. Редкие и благородные металлы: элементы семейств палладия и платины. Научные основы концентрирования и выделения этих металлов при добыче из руд 1.3. Лантаноиды и внутренняя периодичность. Особенности химии церия и тербия, европия и иттербия.	КР

--	--	--	--

<p>ПКВ- 2 Планирование работы и выбор адекватных методов решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии</p>	<p><u>Уметь:</u> Теоретически прогнозировать и решать несложные задачи, связанные с кинетикой радиоактивных превращений..</p>	<p>2.1. Естественные радиоактивные элементы. Законы радиоактивного распада. Кинетика ядерных реакций естественного радиационного распада (реакции первого порядка) Альфа-излучение и другие виды излучений. 2.2. Альфа-распад. Ряды урана и тория. Радиоактивное равновесие. 2.3. Бета-излучение. Природа, энергетический спектр, взаимодействие бета-частиц с веществом. Возбуждение атомов и ионизация, производимая <math>\beta</math>-частицами. Поглощение бета-излучения в веществе.</p>	<p>КР</p>
<p>Способность оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии</p>	<p><u>Владеть:</u> Возможностями применения радиоактивных элементов.</p>	<p>3.1. Гамма-излучение. Природа, энергия гамма-лучей. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Поглощение этого излучения. Ионизационная способность гамма-излучения 3.2. Нейтронное излучение. Методы получения нейтронов. Энергия нейтронов. Прохождение нейтронов через вещество. Упругое и неупругое рассеяние. Возможность захвата нейтрона ядром. 3.3. Нейтронное излучение. Захват нейтрона ядром, ядерная реакция, деление ядер. Поперечное сечение процесса. Поглощение нейтронного излучения при прохождении через вещество.Редкие виды радиоактивного распада (позитронный и др.).</p>	<p>КР</p>
<p><b>Промежуточная аттестация (зачет)</b></p>			<p><b>КИМ</b></p>

**20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

## 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств - контрольной работы (КР).

Пример типового задания КР

### Контрольная работа

1. Особенности химии элементов подгруппы ванадия. Сравнение свойств ванадия (простое вещество и соединения) со свойствами ниобия и тантала. Использование Nb и Ta в ядерной энергетике.
2. Бета-излучение. Природа, энергетический спектр, взаимодействие бета-частиц с веществом. Возбуждение атомов и ионизация, производимая  $\beta$ -частицами. Поглощение бета-излучения в веществе.
3. Основы ядерно-энергетического цикла. Типы ядерных реакций. Нейтронные реакции. Замедление нейтронов. Особенности реакций с медленными и быстрыми нейтронами. Деление ядер тяжелых элементов. Распределение продуктов деления по массам и зарядам. Цепные реакции. Принцип действия ядерного реактора. Ядерное горючее, замедлители, теплоносители.
4. Кинетика реакций радиоактивного распада элементов.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания КР)

### КРИТЕРИЙ ОЦЕНИВАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
Всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, основной и дополнительной литературы. Проявление творческих способностей в понимании, изложении и использовании учебного программного материала.	Полное знание учебного материала, основной рекомендованной к занятию. Обущающийся показывает системный характер знаний по дисциплине(модулю) и способен к самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Знание учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшего освоения дисциплины, знаком с основной литературой, рекомендованной к занятию. Обущающийся допускает погрешности, но обладает необходимыми знаниями под руководством преподавателя.	Обнаруживаются существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускаются принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация (зачет) по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств

### Перечень вопросов к зачету:

Вопросы к промежуточной аттестации.

1. Особенности химии элементов подгруппы скандия (Sc, Y, La). Сравнение химии этих элементов с химией алюминия и элементов подгруппы галлия.
2. Особенности химии элементов подгруппы титана. Сравнение свойств титана (простое вещество и соединения) со свойствами циркония и гафния.
3. Особенности химии элементов подгруппы ванадия. Сравнение свойств ванадия (простое вещество и соединения) со свойствами ниобия и тантала. Использование Nb и Ta в ядерной энергетике.
4. Особенности химии элементов подгруппы хрома. Сравнение свойств хрома (простое вещество и соединения) со свойствами молибдена и вольфрама.
5. Краткая характеристика элементов подгруппы марганца. Химические и радиационные свойства технеция. Получение этого элемента и практическое использование его соединений.
6. Элементы семейства железа: химические свойства. Особенности радиоактивных изотопов кобальта и их применение.
7. Редкие и благородные металлы: элементы семейств палладия и платины. Научные основы концентрирования и выделения этих металлов при добыче из руд.
8. Редкие и благородные металлы: тяжелые элементы подгруппы меди (Ag, Au). Научные основы концентрирования и выделения этих металлов при добыче из руд.
9. Ртуть как благородный металл. Выделение этого элемента из руд. Контраст свойств цинка и кадмия и свойств ртути. Причины.
10. Лантаноиды и внутренняя периодичность. Особенности химии церия и тербия, европия и иттербия.
11. Эффекты d- и f-электронной контракции. Проявления этих эффектов в физических и в химических свойствах элементов и соединений. Примеры.
12. Актиниды. Различие в свойствах первых 7 и последних 7 актинидов. Краткая характеристика химических свойств тория, протактиния, урана, нептуния и плутония. Сравнение свойств лантаноидов и актинидов.
13. Естественные радиоактивные элементы. Законы радиоактивного распада. Кинетика ядерных реакций естественного радиационного распада (реакции первого порядка) Альфа-излучение и другие виды излучений.
14. Альфа-распад. Ряды урана и тория. Радиоактивное равновесие.
15. Бета-излучение. Природа, энергетический спектр, взаимодействие бета-частиц с веществом. Возбуждение атомов и ионизация, производимая  $\beta$ -частицами. Поглощение бета-излучения в веществе.
16. Гамма-излучение. Природа, энергия гамма-лучей. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Поглощение этого излучения. Ионизационная способность гамма-излучения
17. Нейтронное излучение. Методы получения нейтронов. Энергия нейтронов. Прохождение нейтронов через вещество. Упругое и неупругое рассеяние. Возможность захвата нейтрона ядром.
18. Нейтронное излучение. Захват нейтрона ядром, ядерная реакция, деление ядер. Поперечное сечение процесса. Поглощение нейтронного излучения при прохождении через вещество.
19. Редкие виды радиоактивного распада (позитронный и др.) Примеры.
20. Радиоактивность и геологическая (археологическая) хронология: суть основных методов.
21. Активационный анализ: идея метода. Связь между измеренной интенсивностью наведенной активности и содержанием определяемого элемента в пробе.
22. Основы ядерно-энергетического цикла. Типы ядерных реакций. Нейтронные реакции. Замедление нейтронов. Особенности реакций с медленными и быстрыми нейтронами. Деление ядер тяжелых элементов. Распределение продуктов деления по массам и зарядам. Цепные реакции. Принцип действия ядерного реактора. Ядерное горючее, замедлители, теплоносители
23. Реакторы. Конструкционные особенности реакторов на быстрых и тепловых нейтронах. Вещества и материалы, применяемые в качестве замедлителей, теплоносителей, отражателей и деталей конструкций. Тепловыделяющие элементы на основе урана, тория. Конструкция твэлов.

24. Физико-химические основы разделения различных изотопов элементов. Примеры. Разделение изотопов урана.

### **Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации**

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом - важнейшими химическими понятиями и основными учениями; биологическую роль элементов и их соединений.;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение применять знания теоретических основ химии для объяснения свойств веществ и реакций, решать профессиональные задачи.
- 5) владеть понятийным аппаратом данной области науки ( теоретическими основами дисциплины), способностью иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применением теоретических знаний для решения практических задач

Для оценивания результатов обучения на экзамене (зачете с оценкой) используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Для оценивания результатов обучения на зачете используется - зачтено, не зачтено Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

### **Пример КИМ к текущей аттестации (зачет)**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой общей и неорганической химии

Д.х.н. проф. В.Н. Семенов

**Направление подготовки/специальность 040301 Химия**

**Дисциплина: ФТД.2. Химия редкоземельных и радиоактивных элементов**

**Форма обучения очное**

**Вид контроля зачет**

**Вид аттестации промежуточная**

#### **Контрольно-измерительный материал № 1**

1. Лантаноиды и внутренняя периодичность. Особенности химии церия и тербия, европия и иттербия.
2. Активационный анализ: идея метода. Связь между измеренной интенсивностью наведенной активности и содержанием определяемого элемента в пробе

Преподаватель: \_\_\_\_\_ А.Ю. Завражнов

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме письменных контрольных работ и практико-ориентированных заданий. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

### Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

#### КРИТЕРИЙ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАЧЕТА (УСТНЫЙ ОПРОС)

Зачет	Зачет	Зачет	Незачет
<p>Всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, основной и дополнительной литературы.</p> <p>Проявление творческих способностей в понимании, изложении и использовании учебного программного материала.</p>	<p>Полное знание учебного материала, основной рекомендованной к занятию.</p> <p>Обущающийся показывает системный характер знаний по дисциплине(модулю) и способен к самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.</p>	<p>Знание учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшего освоения дисциплины, знаком с основной литературой, рекомендованной к занятию.</p> <p>Обущающийся допускает погрешности, но обладает необходимыми знаниями под руководством преподавателя.</p>	<p>Обнаруживаются существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускаются принципиальные ошибки при ответе на вопросы.</p>